

УДК 621.311

ПОПУТНЫЙ НЕФТЯНОЙ ГАЗ И ЕГО РАЦИОНАЛЬНОЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ASSOCIATED PETROLEUM GAS AND ITS RATIONAL USING

А.И. Сироткин, Д.А. Степанов

Научный руководитель – Н.В. Пантелей, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Sirotkin, D. Stepanov

Supervisor – N. Panteley, Senior Lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk

**Аннотация:** на сегодняшний момент одной из основных задач энергетической отрасли является поиск инженерных и конструкторских решений, которые направлены на усовершенствование производства, на эффективность, экономичность, способность минимизировать выбросы в окружающую среду метана и вредных окислов азота, углерода. В статье изложены методы наиболее эффективного использования (утилизации) попутного нефтяного газа, которые в последнее время нашли применение в энергетике и газотранспортной отрасли.

**Abstract:** at the moment, one of the main tasks of the energy industry is the search for engineering and design solutions that are aimed at improving production, efficacy, efficiency, and the ability to minimize emissions of methane and harmful nitrogen oxides and carbon into the environment. The article describes the methods of the most efficient using (utilization) of associated petroleum gas, which have recently found application in the energy and gas transportation industry.

**Ключевые слова:** попутный нефтяной газ, конверсия, газотурбинная установка, теплоэлектроцентраль, нефтяное месторождение, энергия.

**Keywords:** associated petroleum gas, conversion, gas turbine plant, thermal power plant, oil field, energy.

### Введение

Добыча нефти – сложный и многоэтапный процесс. Перед непосредственной отправкой к покупателю «чёрное золото» проходит множество ступеней обработки и очистки. Одной из таких ступенек является процесс дегазации, т.е. выделение из нефти смеси углеводородных газов, находящихся в ней. Дело в том, что такие газы, как метан, этан, пропан и др. имеют довольно низкую молекулярную массу и достаточно хорошо растворяются в нефти. Таким образом, после данного процесса мы получаем смесь углеводородов в газообразном состоянии, которая и называется попутным нефтяным газом (ПНГ). Данный газ является побочным продуктом, возникающим непосредственно при добыче нефти. Поэтому до сих пор на многих месторождениях остро стоит вопрос об его рациональном использовании. В данной статье рассматривается один из эффективных и наиболее современных способов конверсии ПНГ в энергию.

### Основная часть

Сам процесс отделения газов может начинаться уже в самой скважине. При этом нефть переходит в двухфазное состояние. Исходя из эффективности производства, в дальнейшем нефтегазовый поток разделяют на два отдельных. Это связано с большим объёмом газа по сравнению с объёмом жидкости, на хранение (транспортировку) которых потребовались бы большие ёмкости (трубы). Для разделения потоков чаще всего используют горизонтальные цилиндрические сепараторы, которые отделяют ПНГ в несколько ступеней. На каждой ступени происходит отделение газа от нефти при определённом давлении и температуре. В результате, после нескольких ступеней мы получим более чистую нефть, нежели при использовании только одной ступени сепарации. Все параметры ступеней сепарации зависят от типа месторождения и свойств нефти. Однако отделённый в этом процессе газ ещё нельзя использовать в промышленных целях по нескольким причинам. Во-первых, в таком ПНГ содержатся жидкие углеводороды ( $C_3$ ,  $C_4$  и т.д.), которые необходимо удалить. Этим занимаются на стадии отбензинивания. Во-вторых, в газе ещё находятся некоторые негорючие газы, которые также нужно извлечь оттуда. Существуют ещё определённые процессы обработки ПНГ после сепаратора, однако они уже зависят от изначального качества газа. В конечном итоге газ необходимо компримировать, т.е. повысить с помощью компрессора давление для дальнейшей транспортировки.

Обычно ПНГ могут использовать в следующих целях:

- подогрев нефти для уменьшения её вязкости;
- отправка на газоперерабатывающий завод;
- обратная закачка в нефтяной пласт для повышения нефтеотдачи.

Однако по данным официальной статистики некоторые страны, в частности и Россия, ощутимую часть ПНГ сжигают в факелах без какой-либо пользы. Поэтому стоит задуматься о том, каким образом можно использовать этот ресурс рационально, не загрязняя при этом окружающую среду.

Одним из эффективных способов превращения ПНГ в энергию является использование прямо на месторождениях теплоэлектроцентралей с газотурбинными установками (ГТУ-ТЭЦ). Одна из таких станций была построена в конце 2016 года на месторождениях республики Коми. Она полностью работает на ПНГ с рассчитанной мощностью потребления 170 млн  $m^3$  газа в год. Эта станция помогла решить несколько важных задач:

- Эффективное использование ПНГ.
- Покрытие электрических нагрузок в условиях сетевых ограничений.
- Получение тепловой мощности для собственных нужд.
- Выработка пара для закачки в нефтеносные пласты.
- Экономия затрат на потребляемые энергоресурсы.
- Снижение нагрузки на окружающую среду.

Установленная электрическая мощность данной ГТУ-ТЭЦ составляет 100 МВт, тепловая мощность – 120 Гкал/ч.

Основным элементом энергоблока является газотурбинная установка ГТЭ-25ПА с редуктором и турбогенератором мощностью 25 МВт. Данная ГТУ

разработана АО «ОДК-Авиадвигатель» на базе авиационного двигателя ПС-90А2. Система автоматики и управления двигателем позволяет проводить различные виды контроля исправности оборудования, что обеспечивает его долгую эксплуатацию. Конструкция агрегата позволяет в случае необходимости проводить ремонт прямо на месте, не отправляя его на завод-изготовитель. Станции данного типа имеют четыре ГТЭ-25ПА.

Основное оборудование ГТУ-ТЭЦ находится в двух зданиях. Управление всеми технологическими процессами и оборудованием осуществляется автоматически. Компонировка оборудования в зданиях предусматривает горизонтальный выхлоп турбин (см. рис. 1). Это позволило сэкономить средства и силы при строительстве станции.

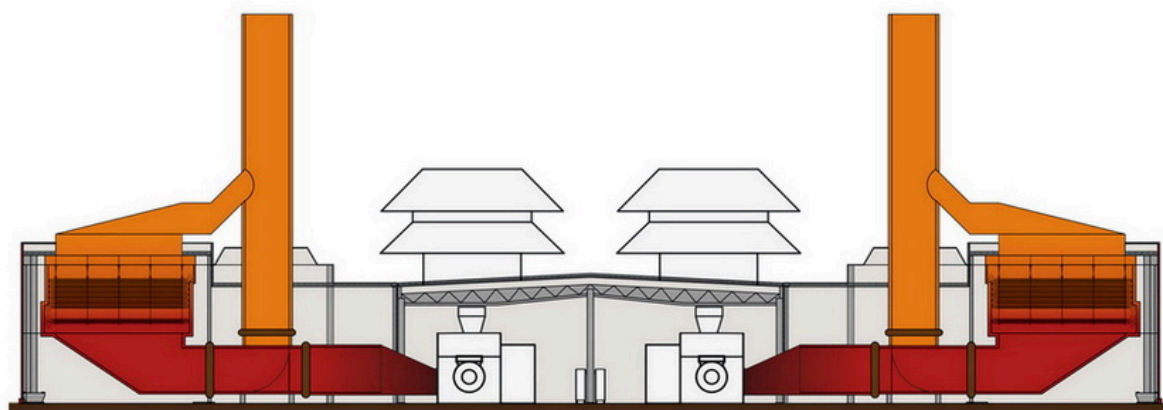


Рисунок 1 – Компонировка энергоблоков с горизонтально направленным выхлопом

Для производства тепловой энергии на станции имеется 4 котла-утилизатора тепловой мощностью 30 Гкал/ч каждый. Они, действуя в сопряжении с ГТУ, способны выдавать до 40 тонн пара в час. Этот пар закачивают в нефтеносные пласты, чтобы сделать нефть менее вязкой и усилить её отдачу.

Поскольку нефтяные месторождения, как правило, удалены от больших городов и источников энергии, на станции предусмотрена своя котельная, которая отапливает помещения и подаёт теплую воду для проведения некоторых технологических процессов.

Для того, чтобы оборудование станции служило как можно дольше, а также для наиболее эффективного сжигания газа необходима качественная подготовка ПНГ перед его подачей в турбину. В состав системы подготовки входит блок подготовки попутного газа (БППГ) и дожимная компрессорная станция (ДКС). В БППГ происходят процессы, позволяющие получить газ такой степени очистки, которая не повредит турбину. Вся работа осуществляется в автоматическом режиме. Пропускная способность БППГ – 24059 м<sup>3</sup>/ч. ДКС необходима для того, чтобы подать газ в турбину с требуемым давлением. Производительность каждой такой установки рассчитывается таким образом, чтобы соответствовать общему расходу газа всех ГТУ в их обычном режиме работы. Как уже отмечалось ранее, в неочищенном ПНГ имеются жидкие углеводороды, поэтому требуемые параметры топлива достигаются постепенно. В самом конце газ необходимо осушить. Для этого используют метод

рекуперации. Сжатый газ, проходя через теплообменник, отдаёт своё тепло воздуху. При этом его температура понижается, а давление остаётся прежним. Затем с помощью адсорбера удаляется конденсат, и осушенный газ, пройдя через подогреватель, подаётся в турбину с требуемой температурой.

### **Заключение**

Таким образом, использование на месторождениях ГТУ-ТЭЦ является эффективным методом использования ПНГ, позволяющим решить сразу несколько задач. Такая станция позволяет сократить затраты на потребляемые энергоресурсы и уменьшить нагрузку на окружающую среду. Когенерационный цикл станции обеспечивает высокую топливную эффективность, комбинированную выработку электроэнергии и тепла, экономичность объекта. Всё это позволяет сказать, что ГТУ-ТЭЦ – один из уже реально работающих проектов по совершенствованию процесса добычи нефти, который позволяет уменьшить отходы производства в несколько раз.

### **Литература**

1. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!» Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России / П.А. Кирюшин, [и др.]. – М: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. – 88 с.
2. Переработка углеводородов природных и попутных газов / С.Ф. Гудков. – Москва, 1960. – 173 с.
3. ГТУ-ТЭЦ на месторождениях – эффективный способ конверсии ПНГ в тепловую и электрическую энергию / Э.С. Зимнухов // Турбины и дизели. – 2022. – № 3. – С. 28–30.